

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ -
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**

Hornicko-geologická fakulta
Institut hornického inženýrství a bezpečnosti

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Ostrava 2011

Tomáš Gottvald

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ -
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**

Hornicko-geologická fakulta
Institut hornického inženýrství a bezpečnosti

**NÁVRH REKONSTRUKCE TECHNOLOGICKÉ LINKY
V KAMENOLOMU VÝKLEKY**

**PROPOSAL OF THE RECONSTRUCTION OF THE
PROCESS LINE IN THE STONE QUARRY VYKLEKY**

Bakalářská práce

Autor:

Tomáš Gottvald

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Milan Mikoláš, Ph.D.

Ostrava 2011

Prohlášení

- Celou bakalářskou práci včetně příloh jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu. Přílohy č. 1 a č. 3, dané mi k dispozici, jsem samostatně doplnil.
- Byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Souhlasím s tím, že bakalářská práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 20. 4. 2011


Tomáš Gottvald

Anotace

Cílem mé bakalářské práce je návrh rekonstrukce technologické linky v kamenolomu Výkleky.

Práce řeší popis a vyhodnocení současného stavu technologické linky. Jsou zde uvedena kritická místa jednotlivých technologických uzlů, která je, dle mého názoru, nutno upravit. Následuje návrh na celkovou rekonstrukci technologické linky a na její rozšíření o třetí stupeň drcení. Toto řešení pomůže dosáhnout dokonalejšího roztržení frakcí vyráběných po třetím stupni drcení a dosažení správné hodnoty tvarového indexu. Úpravou také dojde ke zvýšení výkonu technologické linky za udržení požadované kvality produkovaných výrobků.

Závěr práce je věnován zhodnocení technicko-ekonomického a ekologického přínosu navrhovaného řešení.

Klíčová slova: technologická linka, stupeň drcení, rekonstrukce

Summary

The content of my thesis is the reconstruction of the process line in the Výkleky quarry.

The thesis deals with description and evaluation of the current state of technological line. Critical places of particular technological nodal point which – in my opinion – can be adjusted, are described. Suggested general reconstruction of the technological line and its enlargement by adding the third grade of crushing will enable to achieve more precise sorting of fractions which are produced after the third crushing, and it will also enable to achieve the accurate value of shape index. With this measures, both increasing of efficiency of this technological line and maintaining the quality level of the produced are achieved.

Conclusion of the work deals with the evaluation of technical-economic and ecological benefits of the proposed solution.

Keywords: technology line, grade of crushing, reconstruction,

Obsah

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Úvod..... | 1 |
| 2 | Stručná geografická, geologická, petrografická a hydrogeologická charakteristika ložiska..... | 3 |
| 2.1 | Geografická charakteristika | 3 |
| 2.2 | Geologická a petrografická charakteristika ložiska | 3 |
| 2.3 | Hydrogeologická charakteristika | 5 |
| 2.4 | Stav zásob | 5 |
| 3 | Stávající technologie těžby, dopravy a úpravy kameniva..... | 8 |
| 3.1 | Dobývací metoda | 8 |
| 3.2 | Technologie dopravy. | 9 |
| 3.3 | Technologická linka..... | 10 |
| 3.4 | Primární drtírna..... | 12 |
| 3.5 | Sekundární úpravna | 12 |
| 3.5.1 | Sekundární drtírna | 12 |
| 3.5.2 | Sekundární třídírna | 13 |
| 3.6 | Finální úpravna | 15 |
| 3.7 | Ovládání technologické linky | 15 |
| 3.8 | Opatření k zamezení prašnosti..... | 16 |
| 4 | Shrnutí současného stavu a vyhodnocení problémových míst na technologické lince | 17 |
| 5 | Hlavní požadavky na návrh rekonstrukce technologické linky..... | 18 |
| 6 | Návrh řešení | 19 |
| 6.1 | Primární úpravna | 19 |
| 6.2 | Sekundární úpravna | 20 |
| 6.2.1 | Sekundární drtírna | 20 |
| 6.2.2 | Sekundární třídírna | 20 |
| 6.3 | Terciární úpravna..... | 22 |
| 6.3.1 | Terciární drtírna..... | 22 |

| | | |
|-------|--|----|
| 6.3.2 | Terciární třídírna | 23 |
| 6.4 | Finální úpravna | 24 |
| 6.5 | Automatizace provozu | 24 |
| 7 | Stručný ekonomický a ekologický přínos navrhovaného řešení | 25 |
| 7.1 | Technicko-ekonomický přínos řešení | 25 |
| 7.2 | Ekologický přínos řešení | 26 |
| 8 | Závěr | 27 |
| | Literatura | 28 |
| | Seznam obrázků: | 29 |
| | Seznam tabulek: | 30 |
| | Seznam příloh: | 31 |

Seznam použitých zkratk

| | |
|-----------|--|
| č. | Číslo |
| ČBÚ | Český báňský úřad |
| čj. | Číslo jednací |
| ČMŠ | českomoravský štěrk |
| DP | Dobývací prostor |
| HGF | Hornicko – geologická fakulta |
| ks | Kusy |
| mm | Milimetr |
| m.n.m. | Metry nad mořem |
| OBÚ | Obvodní báňský úřad |
| POPD | Plán otvírky, přípravy a dobývání |
| VŠB – TUO | Vysoká škola báňská – Technická universita Ostrava |

Cíle práce

Cílem mé bakalářské práce je navrhnout a předložit jedno z možných řešení úpravy technologické linky v kamenolomu Výkleky. Toto téma jsem si zvolil proto, že stávající stav technologické linky již není schopen zajistit kvalitu a množství výrobků dle požadavků zákazníků.. To by do budoucna mohlo způsobit jejich odchod a pokles ziskovosti provozovny. Proto se ve svém návrhu rekonstrukce technologické linky zaměřuji na změnu procesu zpracování kameniva ze dvou na tři stupně drcení. Jako výstup očekávám maximální objem produkce frakcí od 4 mm do 22 mm při udržení maximální kvality.

1 Úvod

První písemná zmínka o těžbě kamene z ložiska Výkleky je z roku 1786. Uvolněné kusy kamene byly používány na zpevnění podloží tehdy ještě nedlážděných cest a na stavbu prvních pevných mostků. V roce 1878 dodala obec, jako vlastník kamenolomu, zdarma kámen pro výstavbu novostavby školy v sousedních Lázních a téhož roku také kámen na stavbu okresní silnice v katastru obce. Od roku 1892 začala obec prodávat kámen v podobě tzv. kočíčích hlav na dlažbu ulic města Přerova a Lipníka nad Bečvou. Ruční dobývání však nebylo příliš efektivní a roku 1902 obec lom pronajala kamenickému mistrovi Antonínu Srnovi. Ten zde vyráběl dlažební kostky, obrubníky, chodníkové plotny, hrubý stavební kámen a z odpadu štěrk. V období první republiky zde byly vyrobeny miliony dlažebních kostek pro povrchovou úpravu silnic na Olomoucku a Přerovsku. Zdejší kamenické výrobky jsou doposud součástí některých významných staveb v okolí.

V období první světové války došlo k pozastavení těžební činnosti. V roce 1925 došlo ke změně majitele zdejšího kamenolomu, kterými se stali bratři Jan a Karel Jaškoví. Bratři Jaškové měli kamenolom ve vlastnictví až do roku 1993.



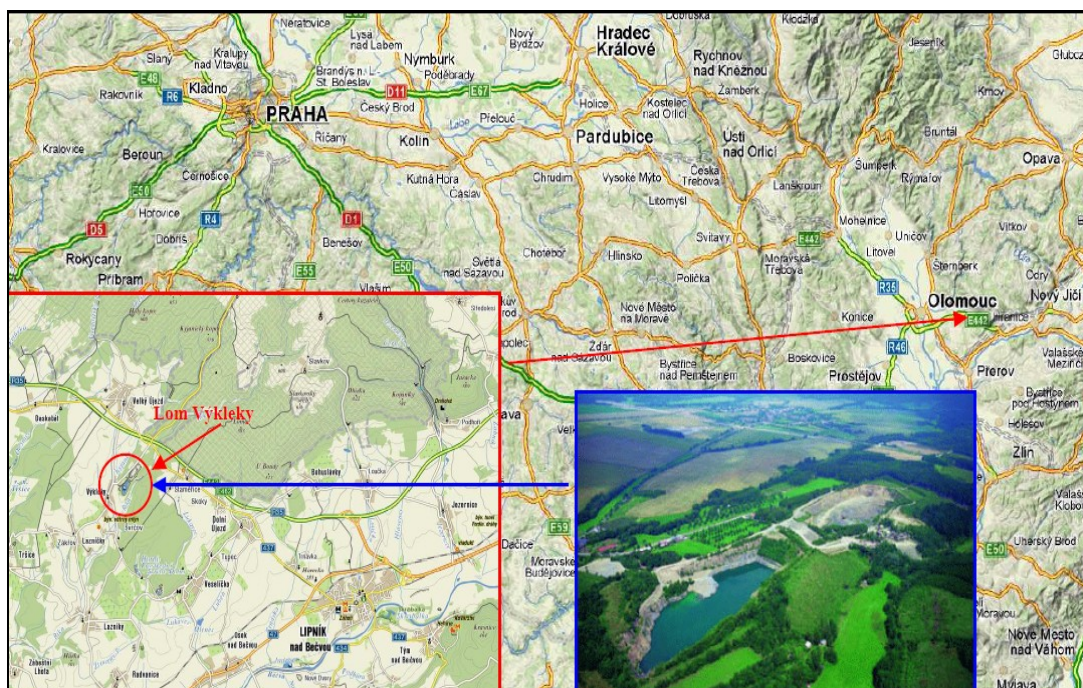
Obrázek č. 1: Počátky mechanizace kolem roku 1920

V tomto období došlo k výraznému zefektivnění výrobního procesu. Již v roce 1929 zde byl zprovozněn první elektrický drtič zakoupený ve Francii. I přes velkou poruchovost

dokázal mnohonásobně zvýšit pracovní výkony. V roce 1966 byl již celý výrobní proces postupně zmechanizován a výrobní kapacita vzrostla až na 1000 tun denně při počtu 22 zaměstnanců. Postupně se produkce začala zaměřovat na výrobu drceného kameniva pro stavební účely a výroba kamene pro hrubou kamenickou výrobu se stala již doplňkovým sortimentem.

V roce 1993 se vlastníkem kamenolomu stala společnost Štěrkovny a pískovny Olomouc, n.p. Ta byla několikrát transformována a v současné době kamenolom patří společnosti Českomoravský štěrk a. s., Heidelberg Cement group. Výroba je díky zdejšímu kvalitnímu ložisku moravské droby zaměřena výhradně na výrobu drceného kameniva pro stavební účely. Výrobky lze také použít na výrobu betonových směsí, asfaltových směsí, na výrobu směsí pro mechanicky zpevněné kamenivo a do kolejových loží.

Provozovna se nachází asi 20 km od Olomouce východním směrem a asi 15 km severovýchodně od Přerova, nedaleko komunikace mezi Olomoucí a Ostravou nad obcí Výkleky.



Obrázek č. 2: Mapa umísťení kamenolomu Výkleky

2 Stručná geografická, geologická, petrografická a hydrogeologická charakteristika ložiska

2.1 Geografická charakteristika

Ložisko se nachází v katastrálním území obce Velký Újezd, Výkleky a Staměřice v okrese Přerov, v Olomouckém kraji. Kamenolom Výkleky leží na severovýchodním okraji stejnojmenné obce. Místo je komunikačně dobře přístupné, leží v blízkosti silnice spojující Přerov – Výkleky – Potštát a v blízkosti velkých průmyslových měst – Olomouc, Přerov, Hranice. V těsné blízkosti kamenolomu také probíhá dálnice D1 ve směru Olomouc – Ostrava. Na ložisko byl stanoven dobývací prostor Velký Újezd (ev. č. 704879). Dobývací prostor byl stanoven rozhodnutím OBÚ Brno, č. j. 08 – 2265/97 – 465.



Obrázek č. 3: Letecký snímek kamenolomu Výkleky

2.2 Geologická a petrografická charakteristika ložiska

Ložisko stavebního kamene těženého v kamenolomu Výkleky je součástí moravických vrstev kulmu Nízkého Jeseníku a Oderských vrchů, stratigraficky řazených do spodního karbonu.[2]

Ložisko je rozfáráno jámovým třítážovým lomem, protaženým SV – JZ směrem v délce zhruba 500 m a maximální šířce 180 m. Výšky lomových stěn se pohybují v rozmezí 10 m až 26 m s nadmořskými výškami bází:

- 376 m n. m. – skrývková etáž
- 350 m n. m. – 1. (svrchní) etáž
- 332 m n. m. – 2. (spodní) etáž

V lomu vystupují droby a na dvě polohy slepenců o mocnosti 3 až 10 m. Úklon vrstev kolísá od 30° do 42°, směr úklonu je severozápadní. Droby jsou středně až hrubě zrnité, modrošedé, čerstvé, pouze ve svrchní etáži jsou i slabě zvětralé. Slepence jsou drobnozrné s drobovým tmelem, modrošedé, čerstvé, pouze ve svrchní etáži jsou do hloubky cca 3,0 m středně až silně zvětralé. Výjimečně se také vyskytují vložky jílových břidlic o mocnosti 2 až 5 cm. Skrývka se pohybuje od 0,5m do 3,5 m. V ložisku se nachází tektonická porucha, která má za následek posun vrstev cca o 35 m, takže pruh drob se zužuje z 205 m na 170 m. V severovýchodní části těžební stěny první etáže převažují nad polohami drob šedočerné prachovce až prachovité břidlice s deskovitou odlučností. (viz obrázek 4)



Obrázek č. 4: Prachovité břidlice s deskovitou odlučností

Ložisko Výkleky bylo na základě geologického průzkumu rozděleno na 4 bloky:

blok č. 1 – jakost těžené suroviny se pohybuje v mezích první a druhé jakostní třídy na výrobu drceného kameniva (pro kryty a podklady vozovek, kolejové lože, do betonů)

blok č. 2 – jakost těžené suroviny se pohybuje v mezích první a druhé jakostní třídy

blok č. 3 – zásoby vázané

blok č. 4 – jakost těžené suroviny se pohybuje v mezích druhé jakostní třídy na výrobu drceného kameniva

2.3 Hydrogeologická charakteristika

Ložisko má jednoduché až středně obtížné hydrogeologické poměry. Středně obtížné hydrogeologické poměry jsou očekávány v případě zahloubení spodní etáže na úroveň 320 m n. m. Ložisko leží v úrovni místní erozivní základny, kterou představuje potok Říka, protékající JV směrem v nadmořské výšce 350 – 330 m n. m. Dalším povrchovým tokem obtékající ložisko SZ směrem je potok Kyjanka. Báze spodní etáže je 332 m n.m., přítok vody do této etáže je maximálně 0,2 l/s. Přítok vody závisí na množství srážek, voda na bázi spodní etáže je odváděna do jímky, ze které je na základě platného vodoprávního rozhodnutí odčerpávána do toku Říka.[2] Část důlních vod je také využívána pro technologický proces praní kameniva na samostatné technologické lince.

Nad ložiskem nejsou nádrže povrchových vod ani zde nejsou žádná prameniště pitných nebo minerálních vod.

2.4 Stav zásob

Geologické průzkumné práce na ložisku byly provedeny v letech 1975, 2002 a 2008. V souvislosti se záměrem společnosti Českomoravský Štěrk a.s. zrekonstruovat technologickou linku v kamenolomu Výkleky, byl proveden geologický průzkum s cílem propočítat stav zásob na ložisku Výkleky. Společnost se také rozhodla provést veškeré kroky nezbytné k získání nového POPD. Současný, platný POPD nebyl stanoven na celý dobývací prostor. Nový POPD by měl být stanoven již na celý dobývací prostor tak, aby mohlo být ložisko hospodárně vydobyto. Přepočet zásob proběhl v roce 2008 a byl

zpracován firmou UNIGEO a.s. Cílem průzkumu byl výpočet zásob v JV předpolí kamenolomu a výpočet těžitelných zásob na ložisku.

Stav zásob v JV předpolí lomu v roce 2008

-zásoby prozkoumané, bilanční volné 2.948 tis. m³

-zásoby vyhledané, bilanční, volné 1.099 tis. m³

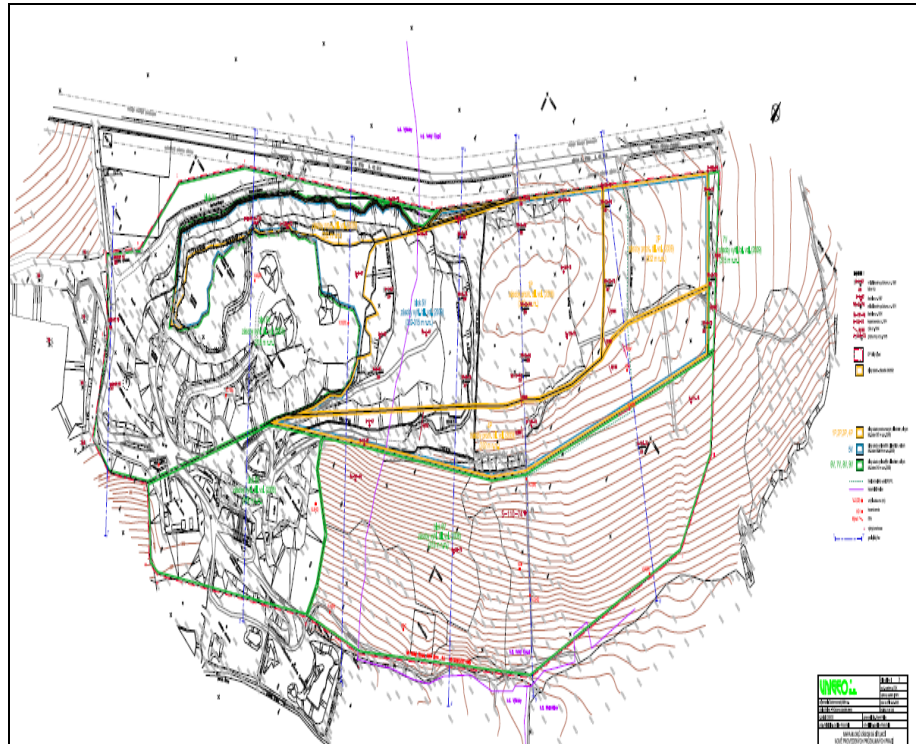
Výpočet těžitelných zásob ložiska pro nový POPD byl proveden pro dvě varianty. Varianta č. 1 počítá ukončení těžby za současného stavu, tedy dvou těžebních řezů s bází 332 m n. m., varianta č. 2 předpokládá těžbu rozšířenou o další těžební řez směrem do zahloubení na bázi 320 m n.m. (viz. tabulka č. 1)

Tabulka č. 1: Výpočet zásob

| BLOK ZÁSOb | OBJEM BLOKU (tis. m ³) | SKRÝVKA (tis. m ³) | OBJEM ZÁSOb (tis. m ³) |
|----------------------------------|--|--|--|
| Varianta č. 1 Báze 332 m n.m. | 9.690 | 127 | 9.563 |
| Varianta č. 2 Báze 320 m n.m. | 10.544 | 127 | 10.417 |

Na základě geologického průzkumu z roku 2008 a následného výpočtu se dá pro variantu č. 1 v rámci objemu 9. 690 tis.m³ zásob očekávat zastoupení cca 87% droby, cca 4% slepence a cca 9% jílovitých břidlic a prachovců. Dále tento průzkum ukazuje, že 87% zásob ložiska tvoří surovina vhodná na výrobu drceného kameniva do betonu, na obalované směsi, pro silniční a železniční účely. Je tedy zřejmé, že zásoby jsou z 87% tvořeny velmi kvalitní surovinou a ukazuje se tím velký surovinový potenciál kamenolomu.

Dále z výpočtu zásob pro variantu č. 1 vyplývá, že při očekávané průměrné roční těžbě 160 tis. m³ (cca 400.000 tun) je životnost ložiska 60 let, pro variantu č. 2 je to 66 let.



Obrázek č. 5: Mapa bloku zásob

3 Stávající technologie těžby, dopravy a úpravy kameniva

3.1 Dobývací metoda

Ložisko je dobýváno povrchovou strojní metodou. Při dobývání jsou dodržovány veškeré báňské a s nimi související předpisy, zejména zákon č. 44/1988 Sb. o ochraně nerostného bohatství (Horní zákon) [4] ve znění pozdějších předpisů, zákon č. 61/1988 Sb., O hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské zprávě, ve znění pozdějších předpisů a zákonů vyplývající prováděcí vyhlášky pro oblast využívání nerostných surovin [5]. Těžba v kamenolomu probíhá na dvou etážích. Průměrná výška lomové stěny je 22 metrů.

Pro těžbu je hornina rozpojována pomocí trhacích prací velkého rozsahu. Tyto trhací práce jsou tvořeny většinou třířadými, výjimečně čtyřřadými clonovými odstřely. Vrtací a trhací práce v kamenolomu zajišťuje středisko hromadné těžby společnosti Českomoravský štěrk a.s. (viz obrázek 6). K nabíjení záhlavních vrtů se používá nabíjecích vozů.



Obrázek č. 6: Vrtací souprava Atlas Copco R9C

Sekundární rozpojování nadrozměrných kusů před zahájením těžby provádí rypadlo Komatsu PC 350 LC pomocí bouracího kladiva značky FRD. V průběhu těžby je pro sekundární rozpojování ještě používána bourací koule. Principem tohoto způsobu sekundárního rozpojování je shazování nadrozměrných kusů rubaniny na bourací kouli, kdy po nárazu kamene dojde k jeho roztržení. (viz obrázek 7).



Obrázek č. 7: Využití bourací koule

3.2 Technologie dopravy.

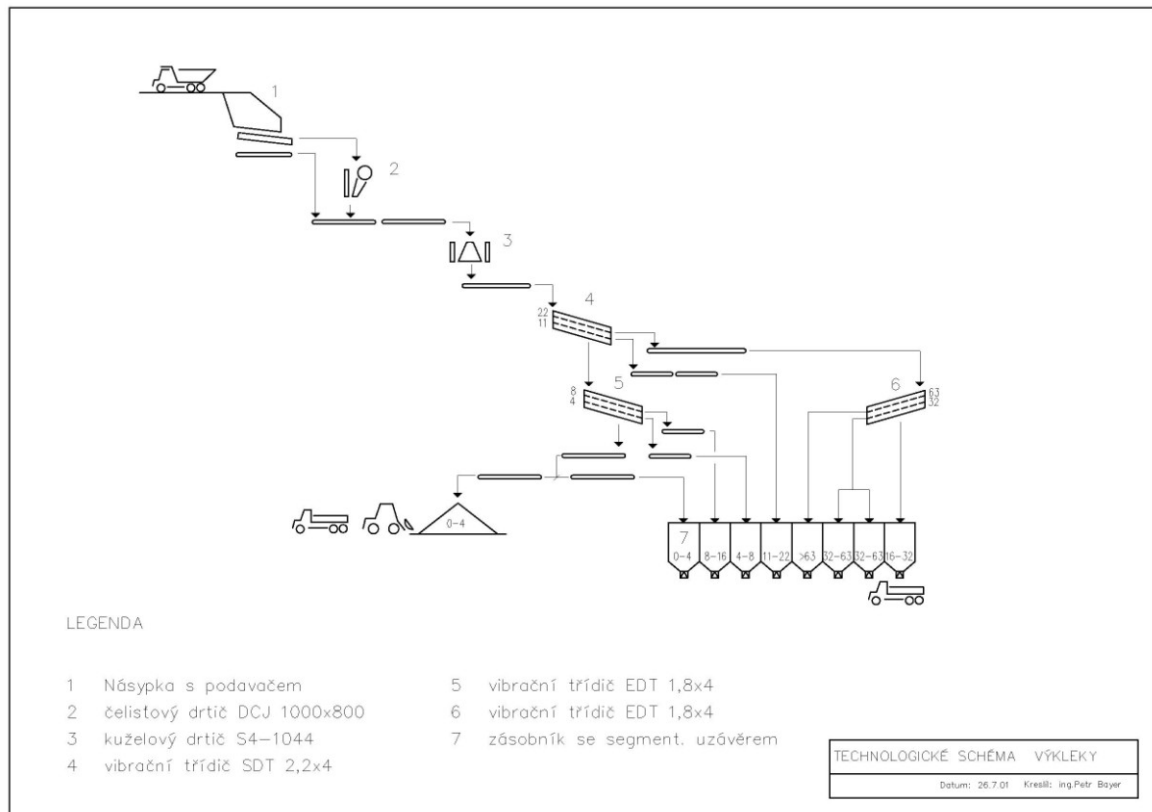
Těžba primárně rozpojené suroviny z rozvalu je prováděna pomocí rypadla Komatsu PC 350 LC nebo elektrického rypadla UNEX E 302. Doprava rubaniny k technologické lince je zajištěna pomocí jednoho třicetitunového dempru Komatsu HD 325 (viz obrázek 8). V rámci technologické linky je surovina dopravována pomocí pásových dopravníků. Vyvážku hotových výrobků na zemní skládky provádí dempr Belaz 540 o nosnosti 27 tun. V případě poruchy má provozovna k dispozici ještě jeden záložní dempr Belaz 540, který lze využít jak pro navážku tak i vyvážku materiálu. Expediční nakládku hotových výrobků provádí čelní kolový nakladač Volvo L 90 C s lopatou o objemu 3,2 m³.



Obrázek č. 8: Doprava Komatsu HD 325

3.3 Technologická linka

Technologická linka v kamenolomu byla postavena v roce 1976. Od té doby slouží pro výrobu drceného kameniva bez větších zásahů až do současnosti. Tato výrobní linka byla v době vzniku navržena pro dvoustupňové drcení kameniva s produkcí převážně frakcí 0/32, 0/63, 0/90, 0/150. Výroba těchto frakcí tvoří 90% objemu celkové produkce v kamenolomu. Pouze 10% výroby tvoří výroba drobných frakcí 0/4, 4/8, 8/16, 11/22. Vývoj trhu v dané oblasti však předpokládá potřebu výroby drobných frakcí v objemu 60%. Toto množství však s ohledem na vysoké požadavky kvality u těchto výrobků již není možné na stávající technologické lince vyrábět. Současné uspořádání výrobní linky nám ukáže technologické schéma (viz *obrázek 9*) a celkový pohled na technologickou linku. (viz *obrázek 10*).



Obrázek č.9 : Technologické schéma provozovny



Obrázek č. 10: Pohled na technologickou linku

3.4 Primární drtírna

Vytěžená rubanina je navážena demprem Komatsu HD 325 do násypky primárního drtiče. Odtud je pomocí deskového podavače podávána do jednovzpěrného čelistového drtiče DCJ 1000 x 800. Výrobce drtiče jsou Přerovské strojírný Přerov. Nad drtičem je instalováno zdvihací zařízení, kterým lze v případě potřeby manipulovat s nadměrnými kusy rubaniny v násypce nebo v drtiči.



Obrázek č. 11 : Primární drtírna

Primární drtič je obsluhován ze zastaralé a dnes již i z hygienických důvodů nevyhovující kabiny. Obsluha má relativně dobrý výhled pouze do primárního drtiče. Na ostatní technologické celky má omezený a nedostatečný výhled. Z výstupu primárního drtiče je rubanina dopravována pomocí dvou dopravníků o šířce 800 mm do sekundárního drtiče. (viz obrázek 12).

3.5 Sekundární úpravna

Sekundární úpravnu lze z pohledu zpracování materiálu rozdělit na sekundární drtírnu a sekundární třídírnu.

3.5.1 Sekundární drtírna

Pro sekundární drcení je na lince používán kuželový drtič SY – 1044 od výrobce Přerovské strojírný. Materiál pro drcení je do tohoto drtiče sypán přímo z dopravníku od primární úpravy. Tento kuželový, tupouhlý drtič se používá k drcení tvrdých hmot, jako

je žula, čedič, křemen, droba apod. Není vhodné, aby tyto hmoty byly smíšeny s mokrou hlinou nebo jílem. Drtič lze používat buď přímo k podrcení suroviny na požadovanou velikost, nebo k předdrcení pro další drtiče [7]. V případě technologické linky v kamenolomu Výkleky je tento drtič využíván již přímo k podrcení suroviny. Úprava drticí šterbiny na tomto drtiči je jediným nástrojem, jak lze regulovat poměr jednotlivých vyráběných frakcí.

Po výstupu ze sekundárního drtiče je materiál dopravován dopravním pásem o šířce 800 mm na sekundární třídírnu – konkrétně na třídič SDT od výrobce Přerovské strojírny. Na tomto dopravním pasu je umístěno tzv. „shazovací“ zařízení. Při optimálně nastavené šterbině je výstup z kuželového drtiče frakce 0/90, 0/125, 0/150. Spuštěním tohoto zařízení na dopravní pás je tento materiál shrnován přes lehký skluz na další dopravník a ten dopravuje materiál na zemní skládku. V případě, kdy není třeba vyrábět tyto frakce, je zařízení zajištěno a materiál postupuje dále na sekundární třídírnu.



Obrázek č. 12 : Sekundární drtírna

3.5.2 Sekundární třídírna

Na sekundární třídírně jsou osazeny dva dynamické třídiče. (viz *obrázek 13*) Dynamický třídič SDT je vibrační třídič s přímočarým pohybem skříně, jehož pohon tvoří dva protisměrně rotující hřídele s nevyváženými hmotami. Pohon rotujících hřídelů

zajišťují dva elektromotory [8]. Tento typ třídiče byl od výrobce dodáván v jedno nebo dvouplošném provedení. Na sekundární třídírně je umístěno dvouplošné provedení o rozměrech 2200 mm x 4000 mm. Dle výrobce je výkonnost tohoto třídiče při okatosti 63 mm 380 t/hod. Tato výkonnost je však závislá na mnoha dalších faktorech. V případě úpravnické linky v kamenolomu Výkleky je jedním z velkých problémů snižujících výkonnost třídění vstup zahliněného materiálu na třídiče sekundární drtírny. V případě materiálu o vyšší vlhkosti je výkonnost třídiče 100 t/hod.

Na třídiči SDT je horní síťová plocha osazena drátěnými sítý s okatostí 22 mm. Spodní síťová plocha je osazena drátěnými sítý s oky 16 mm. Po vytřídění materiálu na tomto třídiči je nadsítná frakce dopravena skluzem na třídič EDT na finální úpravnu. Mezisítná frakce 16/22 je dvěma dopravníky o šířce 600 mm dopravena do expedičního zásobníku a tento výrobek deklarujeme jako frakci 11/22. Podsítná frakce 0/16 je dopravena skluzem na třídič EDT na sekundární úpravně. Tady je materiál roztříděn na frakce 0/4, 4/8, 8/16. Frakce 8/16 a 4/8 jsou pomocí dopravníků o šířce 800 mm dopraveny do expedičních zásobníků. Frakci 0/4 je možno usměrnit buď na zemní skládku nebo do expedičního zásobníku.



Obrázek č. 13 : Sekundární třídírna

3.6 Finální úpravna

Nadsítná frakce 22/125 je dopravním pásem o šířce 800 mm dopravena na třídič EDT na finální třídírnu nad zásobníky sypkých hmot. (viz. *obrázek 14*) Tento třídič má rozměry 1800 x 4000 mm. Horní síťová plocha třídiče EDT je osazena sítí s okatostí 65 mm, spodní síťová plocha sítí s okatostí 35 mm. Po roztřídění tedy vzniká nadsítná frakce 63/125. Mezi sítí je vytríděna frakce 32/63. Propad spodního síta tvoří frakce 16/32. Všechny tyto výrobky jsou soustavou skluzů dopraveny do expedičních zásobníků.

Hotové výrobky jsou dle jednotlivých frakcí uskladněny v zásobnících o objemu 80 m³, nebo v případě frakcí 0/90, 0/125 a 0/150 na zemní skládce. Frakce shromažďované v zásobnících jsou vyváženy demprem Belaz 540 o nosnosti 27 tun na zemní skládky. Expedice hotových výrobků ze zemních skládek je prováděna čelním kolovým nakladačem Volvo L 90 C.



Obrázek č. 14: Finální úpravna – třídič EDT

3.7 Ovládání technologické linky

Také systém spouštění a ovládání celé technologické linky je od jejího spuštění v roce 1976 stále v původním stavu. Jednotlivé drtiče, pásové dopravníky a třídiče jsou

spouštěny ze zastaralého ovládacího panelu umístěném v elektrické rozvodně. Spouštění provádí obsluha s postupem od finální úpravny postupně až po primární drtič. Obsluha však nedostává žádnou zpětnou informaci o rozjezdu, provozu a správné funkci jednotlivých zařízení. Po spuštění linky se musí obsluha osobně přesvědčit o správné funkci všech zařízení. Tato fyzická kontrola s sebou přináší poměrně velké časové prostoje. Častým problémem je také zaklínování větších kusů rubaniny nebo nalepení materiálu v některém z přesypů, především na primární úpravně. To vede velmi často ke vzniku závalů těchto míst. Jejich následné zdolávání vyžaduje velkou námahu a přináší s sebou dlouhé časové prostoje.

3.8 Opatření k zamezení prašnosti

Pro maximální zamezení prašnosti je na výrobní lince instalováno pěnící zařízení. Směs vody a pěny je přiváděna soustavou potrubí a trysek na místa se zvýšeným zdrojem prašnosti. Za tato místa však byly při montáži nepochopitelně vyhodnoceny pouze přesypy mezi jednotlivými pásovými dopravníky a třidiči. Zde je zvyšována vlhkost materiálu těsně před vstupem na sítové plochy třidičů. Vlivem zvýšené vlhkosti následně dochází k zalepování sítových ploch a k nedostatečnému roztřídění jednotlivých frakcí.

Místa vstupů materiálu do primárního a sekundárního drtiče nebyla při montáži kropícího zařízení vyhodnocena jako místa se zvýšeným zdrojem prašnosti. Zde však při drcení suchého materiálu je nejvyšší prašnost a je třeba tato místa zkrápět. Dále si toto mlžící zařízení vyžaduje poměrně vysoké náklady na údržbu a na množství spotřebované pěny.

Sekundární prašnost z lomových komunikací je eliminována kropícím vozem Škoda 706 RTO, kterým se, především v letních měsících, udržují lomové komunikace v neustále vlhkém stavu. Napojení komunikace na silnici třetí třídy a čištění této komunikace zajišťuje dodavatelská firma.

4 Shrnutí současného stavu a vyhodnocení problémových míst na technologické lince

Technologická linka jako celek již nevyhovuje dnešním požadavkům na výrobu kvalitního drceného kameniva. Také technický stav některých částí ocelových konstrukcí se nachází v havarijním stavu. Mezi hlavní problémy tedy patří:

- zastaralé a na některých místech již i nebezpečné ocelové konstrukce
- vstup zahliněné rubaniny do primárního drtiče, zpomalení prostupu materiálu při drcení, maximální výkonnost 100 t/hod.
- nemožnost odhlinění materiálu před vstupem do sekundárního drtiče
- vysoká fyzická a časová náročnost při nastavování drtící šterbiny kužellového drtiče SY - 1044
- nemožnost regulace množství vstupního materiálu do sekundárního drtiče – nelze udržovat kuželový drtič v zaplněném stavu – nelze dosahovat odpovídajícího tvarového indexu pro jednotlivé frakce
- při požadavku výroby frakcí <16 mm dochází na sekundárním drtiči k velkému poměru zdrobnění vstupního a výstupního materiálu – je nutno zajistit drobnější výstup po primárním drcení – zmenšení drtící komory primárního drtiče - snížení výkonnosti na 70 t/hod
- zalepování třídících ploch třídiče SDT po sekundárním drtiči
- nedostatečná velikost třídící plochy třídiče SDT
- nemožnost kontroly provozu technologické linky z místa obsluhy primární drtírny
- nevhodné řešení a umístění zařízení pro zamezování prašnosti na technologické lince
-

5 Hlavní požadavky na návrh rekonstrukce technologické linky

Rozhodnutí vedení společnosti Českomoravský Štěrk a.s. na realizaci rekonstrukce technologické linky v kamenolomu Výkleky, byly stanoveny hlavní požadavky takto:

- rozpočet rekonstrukce do maximální výše 20 milionů Kč
- navýšení výrobní kapacity technologické linky na 150 t/hod při zachování stávajícího primárního drtiče
- rozšíření technologické linky o třetí stupeň drcení
- instalace nových kuželových drtičů pro sekundární a terciární drcení kameniva s automatizovaným nastavováním drtící šterbiny
- volba sekundárního kuželového drtiče vhodného i pro výrobu frakce 32/63 BI, kamenivo pro kolejové lože
- maximalizace výroby frakcí 4-22 mm ve špičkové kvalitě
- automatizace výrobní linky
- maximální využití stávajících vyhovujících ocelových konstrukcí
- minimalizace ekologických dopadů při provozu úpravnické linky

K dispozici tedy máme jasné zadání pro návrh rekonstrukce. Z tohoto zadání vyplývá v první řadě nutnost nalezení místa pro vybudování terciárního uzlu výrobní linky. Ten bude tvořit terciární drtič s vyrovnávacím zásobníkem a třídírna. Dále bude nutné vyhodnotit množství použitelných stávajících ocelových konstrukcí. Následovat by měl velmi pečlivý výběr dodavatele nového strojního zařízení dle zadaných vstupních parametrů.

6 Návrh řešení

Navrhované řešení vychází především z mojí dobré znalosti současného stavu technologické linky a znalosti prostorových možností pro instalaci terciárního uzlu. Dále využívá všechny stávající pásové dopravníky dopravující hotové frakce do osmi expedičních zásobníků. Rovněž počítá se zachováním stávající trasy od sekundárního drtiče na sekundární třídírnu.

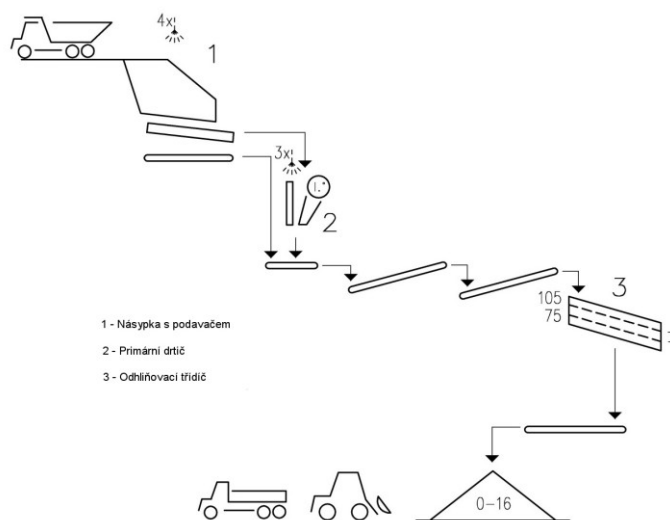
6.1 Primární úpravna

Dle zadání rekonstrukce je jednou z podmínek rekonstrukce zachování současného primárního drtiče. I zde však navrhuji několik vylepšení. Doporučuji vyměnit kabinu obsluhy primárního drtiče za prostornější, zvukotěsnou a klimatizovanou. Obsluha primárního drtiče bude po rekonstrukci z tohoto místa ovládat celou technologickou linku. Za důležité také považuji instalaci odhliňovacího roštu mezi deskový podavač a primární drtič. Při podávání zde dojde ještě před vstupem rubaniny do drtící komory primárního drtiče k oddělení zahliněných částí. Ty budou skluzem svedeny přímo na vynášecí pás od primárního drtiče. Toto separování zahliněných částí bude napomáhat průchodu drceného materiálu drtící komorou primárního drtiče a následným zvýšením jeho výkonnosti. Ta by měla dosahovat průměrné hodnoty 150 t/hod.

Od primárního drtiče bude materiál exportován dvěma dopravními pásy na sekundární drtírnu. Na jednom z těchto pasů bude umístěna pásová váha. Váha bude dávat obsluze informaci o aktuálním množství materiálu na dopravníku a bude také zaznamenávat denní produkci. Nad sekundární drtírnu navrhuji instalovat odhliňovací třídič. Tento třídič bude konstruován se třemi sítovými plochami. Horní sítová plocha bude osazena polyuretanovými síty okatosti 105 mm. Pod ní budou osazena drátěnými síty s oky 75 mm. Spodní sítová plocha bude osazena síty s okatostí 32 mm. Při požadavku výroby větších frakcí lze volit i síta s větší okatostí. To však nedoporučuji, protože se to projeví zmenšeným objemem kameniva pro zpracování na sekundárním drtiči a potom dále na celé lince.

Po vytrídění bude frakce 0/32 exportována pásovým dopravníkem šířky 500 mm na zemní skládku s kapacitou 2000 tun. Odhliněná frakce >32 mm půjde skluzem do

vyrovnávacího zásobníku, umístěného nad sekundárním drtičem. Ten bude vytvářet dostatečnou zásobu materiálu k vyrovnání případných prostojů primárního drtiče.



Obrázek č. 15: Návrh technologického schématu primární úpravy

6.2 Sekundární úprava

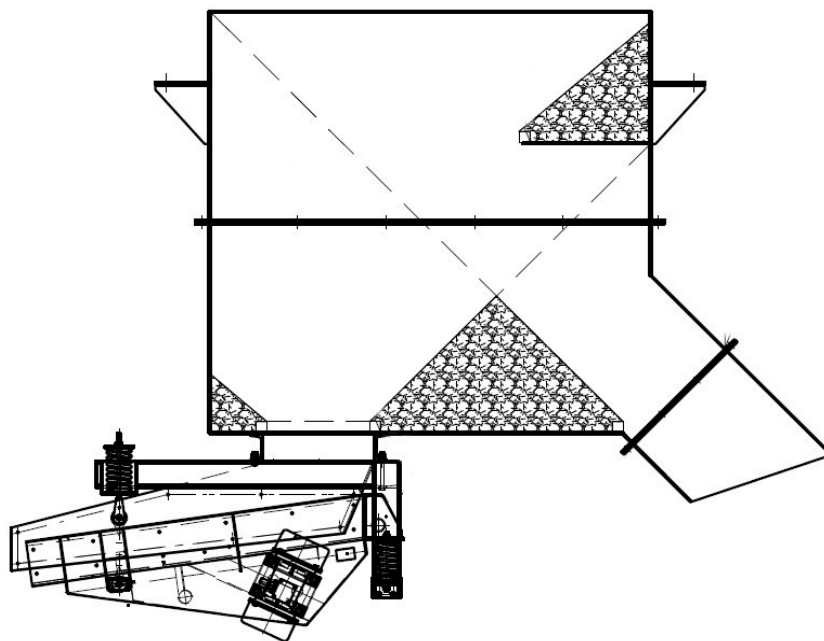
6.2.1 Sekundární drtírna

Při výběru nového kuželového drtiče je nutno zohlednit požadavek na výrobu frakce 32/63 BI - kamenivo pro kolejové lože a zároveň výrobní kapacitu minimálně 150 t/hod.. Materiál do drtiče bude usměrňovat vibrační podavač. Aby bylo zajištěno drcení kameniva pod závalem bude nad kuželovým drtičem instalováno ultrazvukové čidlo, které bude přes frekvenční měnič řídit frekvenci vibračního podavače a tím i množství vstupního materiálu.

6.2.2 Sekundární třídírna

Současný stav sekundární třídírny ukazuje dobré dispozice pro osazení novým třídičem s minimálním zásahem do její konstrukce. Pro třídění materiálu po sekundárním drcení navrhuji použití třísítného třídiče o rozměrech alespoň 1800 mm x 5000 mm. Horní síťová plocha bude osazena polyuretanovými sítý s oky 65 mm. Pod ní budou také polyuretanová síta s oky 35 mm. Spodní síťová plocha bude osazena harfovými sítý

s okatostí 5 mm. Po vytřídění tedy vzniknou frakce >63, 32/63, 4/63 a 0/4. Nadsítná frakce >63 bude skluzem usměrněna na dopravník a následně do vyrovnávacího zásobníku terciárního drtiče. Pro usměrnění frakce 32/63 navrhuji zkonstruovat tzv. kalhotový skluz.

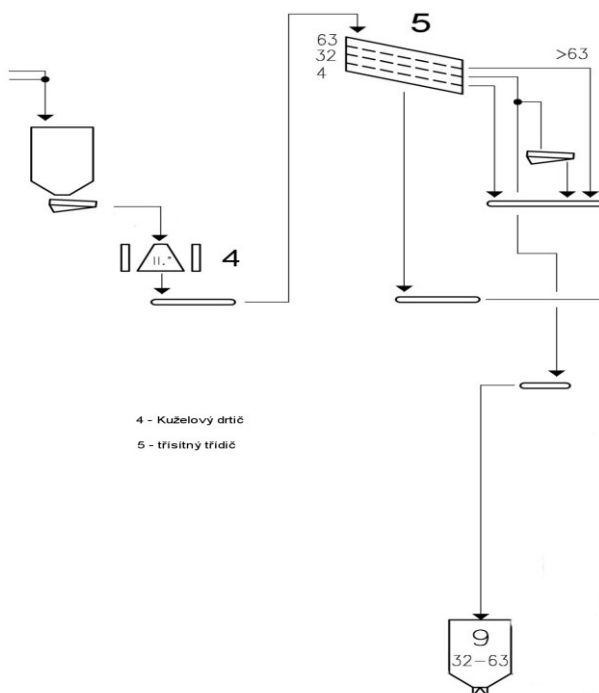


Obrázek č. 16: Návrh konstrukčního řešení „kalhotového skluzu“

Tento skluz by měl být zkonstruován tak, aby jeden výstup směřoval na dopravní pás a následně do expedičního zásobníku. Tento dopravní pás bude možno z místa obsluhy kdykoliv vypnout. Druhý výstup bude osazen vibračním podavačem s frekvenčním měničem. Vyústění tohoto podavače bude nad dopravním pásem směřujícím do vyrovnávacího zásobníku nad terciární drtírnou. Takto konstruovaný skluz nám u této frakce umožní navolit tři výrobní varianty. První varianta bude nastavena tak, že bude zastaven vibrační podavač. Po jeho zaplnění dojde k samovolnému sesouvání materiálu do druhého výstupního otvoru, který bude usměrňovat materiál na dopravní pás. Druhou variantou bude situace, že bude spuštěn vibrační podavač i dopravní pás. Vyústění tohoto podavače bude nad dopravním pásem směřujícím do vyrovnávacího zásobníku nad terciární drtírnou. V případě spuštění vibračního podavače tedy bude možnost vlivem předvolené frekvence regulovat množství frakce 32/63, která půjde na do expedičního

zásobníku a množství, které bude určeno k dalšímu zpracování na terciární drtírně. Třetí varianta bude nastavena tak, že bude zastaven dopravník do expedičního zásobníku. Dojde k zasypání části skluzu nad ním a veškerá vytríděná frakce 32/63 bude podavačem usměřována na dopravník do vyrovnávacího zásobníku terciární drtírny.

Frakce 4/32 bude jednoduchým skluzem usměrněna na pásový dopravník, který bude dopravovat materiál na terciární drtírnu. Podsítná frakce 0/4 bude dvěma dopravníky dopravena do expedičního zásobníku.



Obrázek č. 17: Návrh technologického schématu sekundární úpravy

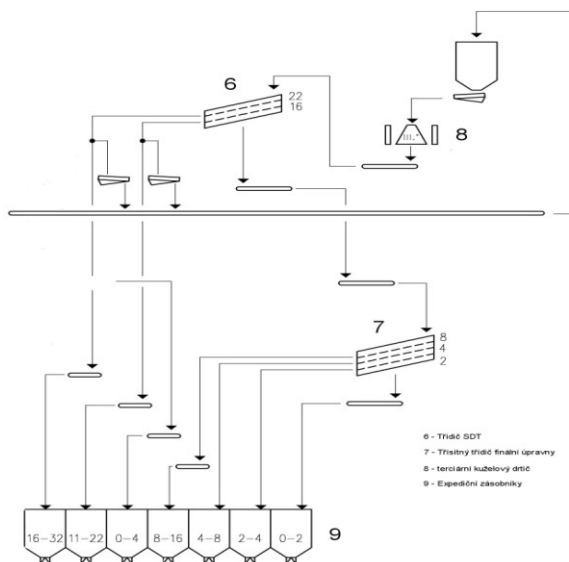
6.3 Terciární úpravna

6.3.1 Terciární drtírna

Od třídiče sekundární třídírny bude materiál o frakci maximálně 4/90 dopraven do vyrovnávacího zásobníku terciární drtírny. Pod tímto zásobníkem bude instalován kuželový drtič - granulátor. Podávání materiálu ze zásobníku do drtiče bude zajišťovat vibrační podavač. Drcení pod závalem bude zajišťovat ultrazvukové čidlo nad drtičem, které bude přes frekvenční měnič ovládat vibrační podavač.

6.3.2 Terciární třídírna

Po podrcení materiálu v terciárním drtiči bude materiál exportován pásovým dopravníkem na terciární třídírnu. Zde navrhují použití třídiče SDT ze současné technologické linky. Tento třídič by měl vzhledem ke své kapacitě zajistit dostatečné vytřídění vstupního materiálu. Bude také postačovat pouze drobný zásah do stávající konstrukce s otočením třídiče o 180 stupňů. Třídič SDT bude mít i nadále dvě třídící plochy. Horní sítová plocha bude osazena polyuretanovými sítí s oky 22 mm. Na spodní sítové ploše budou polyuretanová síta 16 mm. Pro usměrnění nadsítné frakce 22/32, kterou budeme, jako doposud, deklarovat jako materiál 16/32, bude využito tzv. kalhotového skluzu stejné konstrukce, jako pro usměrnění frakce 32/63 na sekundární třídírnu. Budou zde také tři varianty výrobního procesu. Frakce 16/22, kterou budeme deklarovat jako frakci 11/22, bude usměrněna taktéž pomocí kalhotového skluzu stejné konstrukce se třemi variantami výrobního procesu. V případě potřeby vyrábět frakce 11/22 a 16/32 budou pomocí dopravních pasů dopraveny do expedičních zásobníků. Podsítná frakce 0/16 bude pomocí stávajícího dopravníku dopravena na finální úpravnu, umístěnou nad expedičními zásobníky.



Obrázek č. 18: Návrh technologického schématu terciární a finální úpravy

6.4 Finální úpravna

Pro rekonstrukci finální úpravny navrhuji z velké části využití stávající konstrukce. Pouze bych doporučil výměnu stávajícího třídiče EDT za nový, třísný třídič o minimálních rozměrech 1800 x 5000mm. Nutná bude i úprava stávajících potřebných skluzů. Na finální úpravnu bude nově přiváděn materiál 0/16. Horní síťová plocha bych z důvodu velmi kvalitního roztřídění osadil drátěnými síty s oky 10 mm. Pod ní by byla nasazena harfová síť s oky 5 mm. Spodní síťová plocha bude osazena harfovými síty o okatosti 2,8 mm. Na třídiči finální úpravny tedy bude probíhat roztřídění vstupní frakce 0/16 na frakce 0/2, 2/4, 4/8, 8/16. Vzniklé výrobky budou soustavou skluzů usměrněny přímo do expedičních zásobníků, pouze u frakce 8/16 bude třeba instalovat krátký pásový dopravník.

6.5 Automatizace provozu

V rámci rekonstrukce navrhuji provést také celkovou rekonstrukci elektrické instalace včetně instalace nové elektrické rozvodny.

V zájmu dalšího zefektivnění provozu navrhuji zautomatizování celé výrobní linky. Hlavní a zásadní změnou by mělo být přemístění ovládání celé linky z elektrické rozvodny do kabiny obsluhy primárního drtiče. Technologická linka bude nově kontrolována soustavou závalových čidel a hlídačů rotace. Závalová čidla budou instalována na vstupech všech třídičů, drtičů a na přesypech jednotlivých pásových dopravníků. Snímače rotace budou navíc kontrolovat chod veškerého strojního zařízení – tzn. drtičů, třídičů a dopravních pásů. Veškeré informace z těchto čidel budou vyhodnocovány pomocí speciálního softwaru. Ten bude nainstalován v počítači umístěném v kabině obsluhy primárního drtiče. V rámci použitého softwaru bude na monitoru počítače vizualizace celého výrobního procesu. Ta umožní obsluze neustálou kontrolu provozu.

Dále také navrhuji umístit do kabiny obsluhy primárního drtiče ovládání od sekundárního a terciárního kuželového drtiče. Oba tyto drtiče by měly být plně automatizovány a řízeny pomocí počítače. Obsluha tedy bude mít možnost operativně nastavovat drtící šterbiny těchto drtičů v závislosti na požadavcích výroby.

7 Stručný ekonomický a ekologický přínos navrhovaného řešení

7.1 Technicko-ekonomický přínos řešení

Navrhovaná úprava technologické linky musí splňovat požadavky na rozpočet 20 milionů Kč. Rekonstrukce takového rozsahu je v současné fázi jen těžko vyčíslitelná, avšak dle nezávisle poptaných odborných firem jsou odhadované náklady vyčísleny takto:

| | |
|--------------------------------------|------------------------|
| Nové konstrukce a opravy stávajících | 11.500,- tis. Kč |
| Montážní práce | 3.500,- tis. Kč |
| Zemní práce | 1.000,- tis. Kč |
| <u>Elektro + automatizace</u> | <u>4.000,- tis. Kč</u> |
| Celkové náklady | 20.000,- tis. Kč |

Ve výše uvedené kalkulaci nejsou zahrnuty náklady na pořízení nového strojního zařízení, jakou jsou drtiče a třídiče. Jejich pořízení navrhuji financovat formou finančního pronájmu.

Návratnost celé investiční akce očekávám v následujících cca 5 – ti letech. Napovídá tomu především situace na stavebním trhu v blízkém okolí. Již v současné době dochází k posílení stavební činnosti v nedalekých lokalitách (Přerovsko, Hulín, Holešov). Jedná se především o tyto významné stavby:

D1 – Hulín – Přerov

D1 – Přerov – obchvat

D1 – Přerov – Lipník nad Bečvou

R49 – Hulín – Fryšták

R55 – Skalka – Hulín

Holešov – vybudování průmyslové zóny

Provozovna Výkleky je v rámci skupiny Českomoravský Štěrk a.s. nejbližším kamenolomem ke zmíněným lokalitám. Hlavní ekonomický přínos popsání investice je tedy založen na výrobě a prudkém nárustu prodeje kvalitních frakcí pro betonářské účely a do živichných směsí.

7.2 Ekologický přínos řešení

Rekonstrukce technologické linky v kamenolomu Výkleky s sebou přinese i určitý vliv na životní prostředí. Ten bude bezesporu jak pozitivní, tak i negativní. Protože jednou z priorit firmy Českomoravský Štěrk a.s. je snižování ekologické zátěže a negativních dopadů těžby na životní prostředí, bude v rámci rekonstrukce technologické linky kladen maximální důraz na zmírnění především negativních dopadů.

V první řadě bude zdokonalen systém skrápění zpracovávané suroviny. Na lince tedy bude nově instalováno skrápěcí zařízení. Celý systém bude využívat důlní vodu, která bude ze zahloubení přečerpávána do nádrže o objemu 12m³. Z nádrže bude voda čerpadlem a prostřednictvím potrubí dopravena k jednotlivým tryskám. Tyto speciální trysky budou nainstalovány na vstupech jednotlivých strojů a výstupu expedičních zásobníků. Celý systém bude řízen a kontrolován pomocí řídicího automatického systému.

Dalším opatřením pro zamezení prašnosti bude opláštění všech pásových dopravníků, drtičů, třídičů, přesypů a i expedičních sil, které byly doposud otevřené.

Jak jsem již uvedl v předchozím textu, jedním z požadavků rekonstrukce je zvýšení výkonu technologické linky. To přinese i několik negativních dopadů na životní prostředí. Lze očekávat zvýšenou frekvenci trhačích prací, v našem případě clonových odstřelů, které jsou zdrojem zvýšené prašnosti a seismických otřesů.

Samozřejmě bude snaha zvyšovat expedované množství vyráběných produktů. To s sebou přinese i zvýšený pohyb nákladních automobilů v blízkém okolí kamenolomu, tedy i v přilehlých obcích.

Určitý vliv na životní prostředí bude mít i skutečnost, že vlivem zvýšeného výkonu technologické linky dojde k dřívějšímu vytěžení ložiska. Na základě toho budou v kratším časovém horizontu započaty rekultivační práce tohoto těžbou zasaženého území. Po jejich ukončení by měly prostory kamenolomu sloužit k rekreačním účelům.

8 Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo navrhnout úpravy technologické linky v kamenolomu Výkleky.

Je zde tedy navržena úprava celé technologické linky tak, aby splňovala stanovené požadavky. Práce také postupně popisuje návrhy změn jednotlivých technologických uzlů. Tyto změny bezpochyby zajistí odstranění problematických míst stávající technologické linky. Tím bude zajištěna maximální produkce velmi kvalitních drtí, jejichž prodej umožní udržet konkurenceschopnost kamenolomu Výkleky na trhu.

Dalším velkým přínosem je navržená automatizace výrobního procesu, která povede bezesporu ke zjednodušení a zefektivnění výroby. V neposlední řadě se práce věnuje zhodnocení ekologických dopadů rekonstrukce a následného provozu technologické linky.

Při předpokládané životnosti ložiska do roku 2074 a při očekávaném posílení stavebního trhu v okolí kamenolomu se navrhovaná investice jistě vyplatí. I v případě nečekaného poklesu výroby a prodeje nám investice i do budoucna zajistí zkvalitnění výroby a ochrany životního prostředí. Vysoká kvalita výrobků a snižování ekologické zátěže patří mezi priority firmy Českomoravský štěrk a.s.

Závěrem chci poděkovat firmě Českomoravský štěrk a.s. za poskytnutí materiálů potřebných k vypracování této bakalářské práce, jejím pracovníkům - Ing. Tomáši Červenkoví – provoznímu lomů oblasti Olomouc a Ing. Petrovi Kolářovi – konstruktérovi z investičního oddělení.

V neposlední řadě patří poděkování vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Milanovi Mikolášovi, Ph.D. za odbornou pomoc, rady a připomínky k bakalářské práci.

Literatura

1. Richter, J.: Výkleky, Kapitoly z dějin obce: Danal, 2003
2. Unigeo a.s.: Výkleky – posouzení perspektiv JV předpolí kamenolomu, Ostrava, 2008
3. Českomoravský štěrk a.s. – POPD ložiska v DP Velký Újezd
4. Zákon č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon), v platném znění
5. Zákon č. 61/1988 Sb., o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě, v platném znění
6. Kryl, V., et al.: Povrchové dobývání ložisek. 1. vyd. Ostrava: VŠB – technická univerzita Ostrava, 1997, 266 s., ISBN 80-7078-396-6.
7. Tesařík, R. a technická dokumentace PS: Technická dokumentace pro kuželové drtiče tupouhlé, Bruntál, 1961
8. Přerovské strojírny, Přerov.: Technické podmínky SDT

Seznam obrázků:

1. Počátky mechanizace kolem roku 1920 (archiv T. Gottvald)
2. Mapa umístění kamenolomu Výkleky (zdroj ČMŠ)
3. Letecký snímek kamenolomu Výkleky (zdroj ČMŠ)
4. Prachovité břidlice s deskovitou odlučností (foto T. Gottvald)
5. Mapa bloku zásob (zdroj ČMŠ)
6. Vrtací souprava Atlas Copco R9C (foto T. Gottvald)
7. Využití bourací koule (foto T. Gottvald)
8. Dempr Komatsu HD 325 (foto T. Gottvald)
9. Technologické schéma provozovny (zdroj ČMŠ)
10. Pohled na technologickou linku (foto T. Gottvald)
11. Primární drtírna (foto T. Gottvald)
12. Sekundární drtírna (foto T. Gottvald)
13. Sekundární třídírna (foto T. Gottvald)
14. Finální úpravna – třídič EDT (foto T. Gottvald)
15. Návrh technologického schématu primární úpravny (autor T. Gottvald)
16. Návrh konstrukčního řešení dvojitého skluzu (autor T. Gottvald)
17. Návrh technologického schématu sekundární úpravny (autor T. Gottvald)
18. Návrh technologického schématu terciární a finální úpravny (autor T. Gottvald)

Seznam tabulek:

Tabulka č. 1: Výpočet zásob

Seznam příloh:

Příloha č. 1 - Provozní důlní mapa DP Velký Újezd

Příloha č. 2 - Technologické schéma provozovny Výkleky – současný stav

Příloha č. 3 - Technologické schéma provozovny Výkleky – navrhované řešení